

**Piezoelectric ceramic composition for surface acoustic wave device, includes preset amount of lead, calcium, barium and strontium**

**Publication number:** DE10142268  
**Publication date:** 2002-05-29  
**Inventor:** OGISO KOJI (JP)  
**Applicant:** MURATA MANUFACTURING CO (JP)  
**Classification:**  
- **international:** **C04B35/491; H01L41/187; C04B35/49; H01L41/18;**  
(IPC1-7): C04B35/491; C04B35/472; H03H9/145  
- **European:** C04B35/491; H01L41/187  
**Application number:** DE20011042268 20010829  
**Priority number(s):** JP20000262971 20000831; JP20010209561 20010710

*Report a data error here*

**Abstract of DE10142268**

The composition is represented by a formula of  $AaZrxTiy(NimMnnNb(2/3))zO_3$ , where  $x+y+z=1$ ,  $0.93 \leq a \leq 1.02$ ,  $0.32 \leq x \leq 0.5$ ,  $0.41 \leq y \leq 0.54$ ,  $0.03 \leq z \leq 0.21$ ,  $0.24 \leq (m+n) \leq 0.67$ . A' is Pb or combination of Pb and an element selected from Ba, Ca and Sr. An Independent claim is included for surface acoustic wave device.

\*\*\*\*\*  
Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 42 268 B4** 2007.02.08

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 42 268.7**  
(22) Anmeldetag: **29.08.2001**  
(43) Offenlegungstag: **29.05.2002**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **08.02.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C04B 35/491** (2006.01)  
**C04B 35/472** (2006.01)  
**H03H 9/145** (2006.01)  
**H01L 41/187** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

**262974/00**      **31.08.2000**      **JP**  
**209561/01**      **10.07.2001**      **JP**

(73) Patentinhaber:

**Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP**

(74) Vertreter:

**Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,**  
**80538 München**

(72) Erfinder:

**Ogiso, Koji, Nagaokakyo, Kyoto, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 26 53 406 A1**  
**DE 695 12 502 T2**  
**US 51 64 882**  
**PAJ-Abstr. zu JP 01-122965 A;**

(54) Bezeichnung: **Piezoelektrische Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung und ihre Verwendung**

(57) Hauptanspruch: Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung, die durch die Formel  $A_aZr_xTi_y(Ni_mMn_nNb_{2/3}z)O_3$  dargestellt wird, dadurch gekennzeichnet, daß

$$x + y + z = 1$$

$$0,93 \leq a \leq 1,02,$$

$$0,32 \leq x \leq 0,50,$$

$$0,41 \leq y \leq 0,54,$$

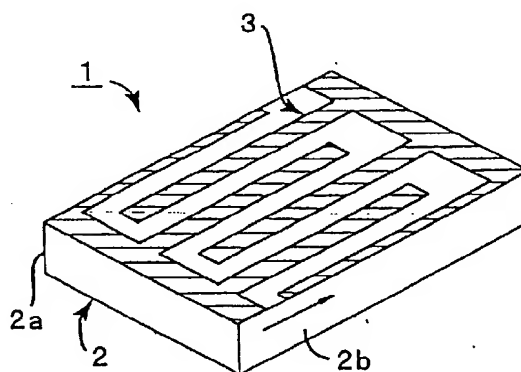
$$0,03 \leq z \leq 0,21,$$

$$0,46 \leq m + n \leq 0,67,$$

$$0,01 \leq m \leq 0,66, \text{ und}$$

$$0,01 \leq n \leq 0,66,$$

daß A Pb oder eine Kombination von Pb und mindestens eines Elements der aus Ba, Ca und Sr bestehenden Gruppe ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine für eine SAW-Vorrichtung verwendete piezoelektrische Keramikzusammensetzung. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf eine piezoelektrische Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung, welche das Impedanzverhältnis und den Kopplungskoeffizienten sowie die genannte SAW-Vorrichtung zu verbessern vermag.

**[0002]** In den letzten Jahren wurden in Begleitung des Fortschritts von mobilen Kommunikationsgeräten, welche hohe Frequenzen nutzen, darin verwendete Komponenten, beispielsweise Resonatoren und Filter, auch zur Verwendung bei höheren Frequenzen und in miniaturisierter Form nachgefragt. Ebenso wie die Resonatoren und die Filter wurden SAW-Vorrichtungen wegen Vorteilen in Bezug auf Beschleunigungswerte für höhere Frequenzen und miniaturisierte Vorrichtungen verwendet.

**[0003]** Bei einer SAW-Vorrichtung wird ein mindestens aus einem Paar interdigitalen Elektroden bestehender interdigitaler Transducer (IDT) auf einem piezoelektrischen Substrat konfiguriert, und die Erregung sowie der Empfang der akustischen Oberflächenwelle werden vom IDT durchgeführt. Als piezoelektrisches Substratmaterial für die SAW-Vorrichtung wird ein piezoelektrischer Einkristall, beispielsweise bestehend aus  $\text{LiTaO}_3$  und  $\text{LiNbO}_3$ , oder eine hauptsächlich aus  $\text{PbTiO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$  usw. bestehende Keramik verwendet. Ein Laminat, in dem piezoelektrische Dünnschichten, wie z.B.  $\text{ZnO}$ -Dünnschichten, auf einem Isoliersubstrat oder einem piezoelektrischen Substrat laminiert werden, wird auch als piezoelektrisches Substrat der SAW-Vorrichtung verwendet.

**[0004]** Wenn Vergleiche zwischen dem piezoelektrischen Einkristall und der piezoelektrischen Keramik angestellt werden, ist die Schallgeschwindigkeit in der piezoelektrischen Keramik geringer. Demzufolge ist ein aus piezoelektrischer Keramik bestehendes piezoelektrisches Substrat im Hinblick auf die Miniaturisierung der SAW-Vorrichtung vorzuziehen.

**[0005]** Die von piezoelektrischen Substratmaterialien geforderten Kopplungskoeffizienten sind je nach den beabsichtigten Zwecken unterschiedlich, wenn auch bezüglich des piezoelektrischen Einkristalls der Kopplungskoeffizient allein auf der Grundlage der Art des Einkristalls und des Schnittwinkels definiert wird. Das bedeutet, daß bei einer den piezoelektrischen Einkristall nutzenden SAW-Vorrichtung die piezoelektrischen Eigenschaften und die Temperatureigenschaften allein auf der Grundlage der Art des Einkristalls und des Schnittwinkels definiert werden, so daß die Flexibilität bei der Konstruktion von Vorrichtungen reduziert wird.

**[0006]** Auf der anderen Seite haben piezoelektrische Keramikmaterialien, wie z.B.  $\text{Pb}(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$ -basierte Keramikmaterialien, piezoelektrische Eigenschaften, die durch Steuerung der Zusammensetzung über einen breiteren Fächer variiert werden können.

**[0007]** Wenn jedoch die piezoelektrischen Keramiken als piezoelektrische Substrate der SAW-Vorrichtungen in Hochfrequenzbereichen jenseits von 10 MHz genutzt wurden, gab es ein Problem insoweit als die Impedanzverhältnisse, d.h. die Verhältnisse der Impedanz bei einer Antiresonanzfrequenz von  $F_a$  zur Impedanz bei einer Resonanzfrequenz von  $F_r$ , gering sind.

**Stand der Technik**

**[0008]** Die DE 695 12 502 T2 offenbart eine piezoelektrische keramische Zusammensetzung, die für Summer oder piezoelektrische Aktuatorelemente verwendet wird und die  $x\text{Pb}(\text{Ni}_{w/3}\text{Nb}_{1-w/3})\text{O}_3$ - $y\text{PbZrO}_3$ - $z\text{PbTiO}_3$  enthält, worin bis zu 15 Mol-% Pb-Atome ersetzt sind durch mindestens ein Element, gewählt aus der Gruppe Ca, Sr und Ba, und  $x + y + z = 1$  ist.

**[0009]** Die US 5 164 882 offenbart eine ähnliche piezoelektrische keramische Zusammensetzung.

**[0010]** Die DE 26 53 406 A1 offenbart piezoelektrische keramische Materialien für Oberflächenschallwellen-Vorrichtungen, die im wesentlichen aus einer festen Lösung einer ferroelektrischen rhomboedrischen Phase eines Bleititanatzirkonatsystems mit einem Ausgangspunkt des Phasenübergangs aus der stabilen Tieftemperaturphase zur stabilen Hochtemperaturphase in der ferroelektrischen rhomboedrischen Phase bei einer Temperatur im Bereich von  $-20^\circ$  bis  $+80^\circ$  C bestehen, wobei die feste Lösung des Bleititanatzirkonat-Systems eine ein Bleititanatzirkonat enthaltende feste Lösung ist, deren Zusammensetzung durch eine allgemeine Formel dargestellt werden kann, die in einer speziellen Ausgestaltung ein quaternäres System ist.

**Aufgabenstellung**

**[0011]** Dementsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine piezoelektrische Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung zu liefern, welche selbst im Hochfrequenzbereich ein hohes Impedanzverhältnis erreichen kann.

**[0012]** Die piezoelektrische Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung wird durch die Formel  $\text{A}_x\text{Zr}_y\text{Ti}_z(\text{Ni}_m\text{Mn}_n\text{Nb}_{2/3})_z\text{O}_3$  dargestellt, worin

$$X + y + z = 1$$

$$0,93 \leq a \leq 1,02,$$

$$0,32 \leq x \leq 0,50,$$

$$0,41 \leq y \leq 0,54,$$

$$0,03 \leq z \leq 0,21.$$

[0013] Dabei fallen m und n in die Bereiche von

$$0,46 \leq m + n \leq 0,67,$$

$$0,01 \leq m \leq 0,66, \text{ und}$$

$$0,01 \leq n \leq 0,66.$$

[0014] Bei der piezoelektrischen Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung kann mindestens ein aus der aus Ba, Ca und Sr bestehenden Gruppe ausgewähltes Element für einen Teil des genannten Pb substituiert werden.

[0015] Durch Sintern der piezoelektrischen Keramikzusammensetzung wird eine für ein piezoelektrisches Substrat einer SAW-Vorrichtung geeignete piezoelektrische Keramik erhalten. Die SAW-Vorrichtung verwendet vorzugsweise eine akustische Oberflächenwelle vom Typ SH. In diesem Fall ist es vorzuziehen, daß ein Korndurchmesser ca. 3 µm oder weniger beträgt, und die Größen von Poren und Defekten in der piezoelektrischen Keramik ca. 3 µm oder weniger betragen. Es ist des weiteren vorzuziehen, daß der Absolutwert einer Änderungsgeschwindigkeit der Resonanzfrequenz in bezug auf die Temperatur bei 100 ppm/°C oder weniger liegt.

[0016] Durch Verwendung der piezoelektrischen Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung nach der Erfindung können ausgezeichnete Impedanzverhältnisse erreicht werden, höhere Frequenzen können genutzt werden, und die piezoelektrischen Eigenschaften können über einen weiten Fächer gesteuert werden.

[0017] Demzufolge kann erfindungsgemäß eine SAW-Vorrichtung mühelos geliefert werden, die den Erfordernissen höherer Frequenzen und der Miniaturisierung entspricht.

[0018] Beträgt m + n 0,46 oder mehr, aber 0,67 oder weniger, beträgt m 0,01 oder mehr, aber 0,66 oder weniger und beträgt n 0,01 oder mehr, aber 0,66 oder weniger, kann ein hoher elektromechanischer Koppelungskoeffizient erhalten werden.

[0019] Wenn darüber hinaus der Kristallpartikeldurchmesser ca. 3 µm oder weniger beträgt und wenn die Größen von Poren und Defekten im gesinterten Material ca. 3 µm oder weniger betragen, kann das Impedanzverhältnis weiter verbessert werden.

[0020] Weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung gehen aus der nachstehenden Beschreibung hervor, in der mit Bezug auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele erläutert werden. In den Zeichnungen zeigen:

[0021] Fig. 1 eine Graphik mit der Darstellung von Veränderungen des elektromechanischen Koppelungskoeffizienten k<sub>BGS</sub> bei Veränderungen von z, und

[0022] Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer Endplattenreflexions-SAW-Vorrichtung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0023] Die Erfindung wird nachstehend in weiteren Details unter Verwendung spezifischer Ausführungsbeispiele nach der Erfindung erläutert.

[0024] Eine piezoelektrische Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung nach der Erfindung wird dargestellt durch eine Formel  $Pb_aZr_xTi_y(Ni_mMn_nNb_{2/3})_zO_3$ , worin  $x + y + z = 1$ ,  $0,93 \leq a \leq 1,02$ ,  $0,32 \leq x \leq 0,50$ ,  $0,41 \leq y \leq 0,54$ ,  $0,03 \leq z \leq 0,21$ , und  $0,24 \leq m + n \leq 0,67$ .

[0025] Die Erfinder haben entdeckt, daß eine aus mindestens Pb, Ni, Mn, Nb, Ti, Zr und O bestehende piezoelektrische Keramikzusammensetzung, welche darüber hinaus der vorstehenden Formel genügt, das oben genannte Impedanzverhältnis verbessern kann und daß diese Verbesserung bei einer SAW-Vorrichtung weiter gesteigert werden könnte, indem die vorstehend erwähnte piezoelektrische Keramikzusammensetzung als piezoelektrisches Substrat verwendet wird.

[0026] Die erfindungsgemäße piezoelektrische Keramikzusammensetzung besteht aus Oxyden oder Karbonaten der Elemente als Rohmaterialien, wie sie durch die vorstehende Formel angegeben werden, obwohl sie auch aus Metallen, sonstigen Verbindungen oder komplexen Oxyden derselben als Rohmaterial bestehen könnte. Jedes Material kann Unreinheiten enthalten, obwohl diese solange einen geringen Einfluß haben, wie die Reinheit hochqualitativen Chemikalien entspricht oder diese übertrifft. Darüber hinaus können während der Herstellung  $Al_2O_3$  und  $SiO_2$  beigemischt werden, und eine Verschlechterung der piezoelektrischen Eigenschaften tritt nicht in wesentlicher Form ein, solange die Konzentrationen dieser Verunreinigungen bei 1.000 ppm oder weniger liegen.

[0027] Wenn erfindungsgemäß a geringer als 0,33 ist oder 1,02 überschreitet, wird die Sinterfähigkeit beeinträchtigt, so daß ein ausreichende Festigkeit aufweisendes gesintertes Material aufgrund unterlegener Sinterfähigkeit nicht hergestellt werden kann.

**[0028]** Wenn  $x$  geringer ist als 0,32 oder 0,50 überschreitet, werden das Impedanzverhältnis und der elektromechanische Kopplungskoeffizient gemindert. Wenn analog  $y$  geringer ist als 0,41, wird, obwohl das Impedanzverhältnis hoch ist, die Hitzebeständigkeit beträchtlich beeinträchtigt. Wenn  $y$  0,54 überschreitet, werden der elektromechanische Kopplungskoeffizient und das Impedanzverhältnis reduziert. Wenn analog  $z$  geringer ist als 0,03 oder 0,21 überschreitet, werden das Impedanzverhältnis und der elektromechanische Kopplungskoeffizient reduziert.

**[0029]** Wenn darüber hinaus  $m + n$  0,25 oder weniger beträgt oder 0,67 überschreitet, ist die Sinterfähigkeit geringer, und es sind viele verschiedene Phasen vorhanden, so daß das gewünschte gesinterte Material nicht hergestellt werden kann.

**[0030]** Insbesondere wenn  $m + n$  0,46 oder mehr, jedoch 0,67 oder weniger beträgt,  $m$  0,01 bis 0,66 und  $n$  0,01 bis 0,66 betragen, kann der elektromechanische Kopplungskoeffizient wirksam verbessert werden, so daß dieser Fall zu bevorzugen ist.

**[0031]** Die durch das Sintern der piezoelektrischen Keramikzusammensetzung erhaltene piezoelektrische Keramik weist als Primärkomponente ein Oxyd mit Perowskitstruktur auf. Mindestens eines aus der aus Ba, Ca und Sr bestehenden Gruppe ausgewähltes Element kann Pb ersetzen, das den A-Schnitt der Perowskitstruktur bildet, und in diesem Fall wird eine Verschlechterung der piezoelektrischen Eigenschaften wahrscheinlich nicht eintreten. Hierin wird die Substitutionsrate des Elements Pb durch Sr, Ba oder Ca in der piezoelektrischen Keramikzusammensetzung vorzugsweise so angegeben, daß sie sich im Bereich von 10 Mo-% oder weniger Pb bewegt.

**[0032]** Vorzugsweise wird bei der durch Sintern der piezoelektrischen Keramikzusammensetzung erhaltenen piezoelektrischen Keramik die Korngröße mit ca. 3  $\mu\text{m}$  oder weniger angegeben.

**[0033]** Darüber hinaus werden die Größen von Poren und Defekten, die in der piezoelektrischen Keramik entstehen, vorzugsweise mit 3  $\mu\text{m}$  oder weniger angegeben.

**[0034]** In einer spezifizierten erfindungsgemäßen piezoelektrischen Keramik wird der Absolutwert der Änderungsgeschwindigkeit der Resonanzfrequenz in bezug auf die Temperatur vorzugsweise mit ca. 100 ppm/°C oder weniger vorgegeben.

**[0035]** Die erfindungsgemäße piezoelektrische Keramik wird in geeigneter Weise für eine SAW-Vorrichtung genutzt, welche eine akustische Oberflächenwelle vom Typ SH verwendet. Wenn die akustische Oberflächenwelle vom Typ SH genutzt wird, kann die SAW-Vorrichtung im Vergleich zu einer Ray-

leigh-Welle verwendenden SAW-Vorrichtung weiter miniaturisiert werden.

#### Ausführungsbeispiel

**[0036]** Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung im Detail beschrieben.

**[0037]** Als Materialien wurden Pulver von  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{MnCO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  und  $\text{ZrO}_2$  vorbereitet. Diese Pulver wurden gewogen, um jeweils Zusammensetzungen zu erhalten, und nach Hinzugabe von Wasser wurde ein Naßmischen mit einer Kugelmühle durchgeführt, um einen Brei herzustellen.

**[0038]** Der sich ergebende Brei wurde dehydriert, und das sich daraus ergebende gemischte Pulver wurde mittels eines Ofens getrocknet, und es wurde die Korngröße hergestellt, wodurch eine piezoelektrische Keramikzusammensetzung erhalten wurde.

**[0039]** In der Folge wurde das auf die gewünschte Korngröße gebrachte gemischte Pulver in einen Aluminiumkasten eingegeben und bei einer Temperatur von 800°C bis 1.000°C in der Weise kalziniert, daß ein kalziniertes Material erhalten wurde.

**[0040]** Ein Binder und ein Dispersionswirkstoff wurden dem vorstehend erwähnten kalzinierten Material hinzugegeben, und diese wurden mit einer Kugelmühle naßgemischt, so daß ein zweiter Brei erhalten wurde. Der zweite Brei wurde in eine Form gegossen, welche in der Draufsicht die Form eines Quadrats hat, und es wurde ein Formguß durchgeführt. Das daraus resultierende, einer quadratischen Platte ähnelnde Formstück wurde bei 300°C bis 600°C entfettet und danach in einer Sauerstoffatmosphäre bei 1.000°C bis 1.300°C gebrannt, so daß eine gesinterte piezoelektrische Keramik hergestellt wurde.

**[0041]** Die Oberfläche der sich ergebenden gesinterten piezoelektrischen Keramik wurde durch Läppen feinbearbeitet, so daß ein piezoelektrisches Substrat in einer Größe von 5 cm  $\times$  5 cm und einer Stärke von 0,4 mm bis 0,8 mm erhalten wurde.

**[0042]** Auf dem wie oben beschrieben hergestellten piezoelektrischen Substrat wurden Polarisierungselektroden ausgeformt, und es wurde eine Polarisierung bei 100°C in Öl mit einer Feldstärke von 3 kV/mm durchgeführt. Danach erfolgte eine Alterung bei einer Temperatur von 200°C während einer Stunde.

**[0043]** Durch Photolithographie wurde eine Mehrzahl von IDT's auf dem gealterten piezoelektrischen Substrat ausgebildet, und jede SAW-Vorrichtung wurde von dem daraus resultierenden piezoelektrischen Substrat abgeschnitten. Die wie oben beschrieben hergestellte SAW-Vorrichtung wird in

Fig. 2 gezeigt.

**[0044]** In der SAW-Vorrichtung 1 wird ein interdigitaler Transducer (IDTs) 3 auf einem aus der vorstehend erwähnten piezoelektrischen Keramikzusammensetzung bestehenden piezoelektrischen Substrat 2 ausgebildet. Die äußersten Elektrodenfinger des IDTs 3 sind fluchtig mit den Kanten, die durch Endflächen 2a und 2b und die obere Fläche des piezoelektrischen Substrats 2 gebildet werden. Die SAW-Vorrichtung 1 ist eine Endplattenreflexions-SAW-Vorrichtung, welche eine BGS-Welle als Oberflächenwelle vom Typ SH verwendet. Ein Reflektor ist hier wegen des Endplattenreflexionstyps nicht notwendig. Demzufolge kann Miniaturisierung geplant werden.

**[0045]** Bei der Herstellung der oben erwähnten SAW-Vorrichtung 1 wurden die Zusammensetzungen der Materialien wie oben beschrieben umfassend variiert, so daß SAW-Vorrichtungen hergestellt wurden. Danach wurden die elektromechanischen Kopplungskoeffizienten  $k_{BGS}$  (%) der BGS-Welle, Impedanzverhältnisse ATT (dB) und Änderungsgeschwindigkeiten der Resonanzfrequenz bezogen auf die Temperatur (ppm/°C) gemessen. Darüber hinaus wurde der Partikeldurchmesser jedes der piezoelektrischen Substrate durch SEM-Beobachtung festgestellt.

**[0046]** Die Proben sind Beispiele, bei denen  $x$ ,  $y$  und  $z$  variiert werden, während  $a = 1$  und  $m + n = 1/3$  in der vorstehend erwähnten Formel betragen. Fig. 1 zeigt Änderungen des elektromechanischen Kopplungskoeffizienten bei Änderungen von  $y$  und  $z$  in den vorerwähnten Fällen.

**[0047]** Es ergibt sich klar aus Fig. 1, daß die elektromechanischen Kopplungskoeffizienten mit Änderungen von  $z$  variieren und ihre Höchstwerte in der Nähe von  $z = 0,1$  erreichen. Es ist klar, daß die Impedanzverhältnisse (ATT) im Bereich von  $0,03 \leq z \leq 0,21$  ausreichend groß sind, 40 dB oder mehr. Auf der anderen Seite ist bei den Proben Nr. 33, 34 und 35, die außerhalb des Bereiches von  $0,03 \leq z \leq 0,21$  liegen, die Sinterfähigkeit verschlechtert, und die Impedanzverhältnisse sind gemindert.

**[0048]** Wenn  $y > 0,54$ , werden die Impedanzverhältnisse reduziert, und wenn  $y < 0,41$  sind die Impedanzverhältnisse und die elektromechanischen Kopplungskoeffizienten groß, obwohl die Hitzebeständigkeit verschlechtert ist.

**[0049]** Da  $x + y + z = 1$  genügt, wenn  $y$  oder  $z$  wegen einer Auswahl von  $x$  außerhalb des vorerwähnten bevorzugten Bereichs geraten, werden die Eigenschaften verschlechtert.

**[0050]** Wie durch die Ergebnisse bestätigt wird, sind die Impedanzverhältnisse dann ausgezeichnet, wenn

$x$  im Bereich von  $0,32 \leq x \leq 0,50$  liegt.

**[0051]** Bei den Proben wird der Wert von  $a$  im Bereich von 0,93 bis 1,02 variiert, während  $x$ ,  $y$  und  $z$  innerhalb des vorstehend erwähnten bevorzugten Bereiches liegen. Wie sich ergibt, werden die Impedanzverhältnisse und die elektromechanischen Kopplungskoeffizienten nicht wesentlich verschlechtert, obwohl Änderungen bei  $a$  vorgenommen wurden. Demzufolge ist es klar, daß ausgezeichnete piezoelektrische Eigenschaften erreicht werden können, wenn  $a$  im Bereich von  $0,93 \leq a \leq 1,02$  liegt. Wenn  $a$  außerhalb dieses Bereiches liegt, wird die Sinterfähigkeit verschlechtert.

**[0052]** Es wurden Proben hergestellt, bei denen  $m$  und  $n$  variiert werden, während  $x$ ,  $y$  und  $z$  innerhalb der bevorzugten Bereiche liegen. Es wird üblicherweise angenommen, daß die Perowskitstruktur stabil ist, wenn  $m + n = 1/3$ . Es ergibt sich jedoch klar aus den Ergebnissen, daß die Impedanzverhältnisse 40 oder mehr werden, wenn  $m + n$  im Bereich von  $0,25 \leq m + n \leq 0,67$  liegt, und die Impedanzverhältnisse werden im Vergleich zu dem Fall nicht verschlechtert, bei dem  $m + n = 1/3$ . Insbesondere ist es klar, daß, wenn  $m + n$  in den Bereichen  $0,46 \leq m + n \leq 0,67$ ,  $0,01 \leq m \leq 0,66$  und  $0,01 \leq n \leq 0,66$  liegen, die elektromechanischen Kopplungskoeffizienten  $k_{BGS}$  vorzugsweise sehr groß werden, d.h. 50,9% oder mehr.

**[0053]** Es wurden Proben hergestellt, bei denen Sr für einen Teil des Pb im A-Schnitt substituiert wurde. Es ist klar, daß hohe Impedanzverhältnisse und elektromechanische Kopplungskoeffizienten  $k_{BGS}$  auch bei Zusammensetzungen erreicht werden können, bei denen Sr im A-Schnitt vorhanden ist.

**[0054]** Die Impedanzverhältnisse sind bei den Proben reduziert, bei denen die Partikeldurchmesser der gesinterten Materialien 3  $\mu\text{m}$  überschreiten. Demzufolge beträgt der Partikeldurchmesser des gesinterten Materials vorzugsweise ca. 3  $\mu\text{m}$  oder weniger. Bezüglich Defekten und Poren in dem gesinterten Material zeigen sich Wirkungen ähnlich zu denen der obigen Beschreibung, so daß, wie aufgrund der Wirkungen von Veränderungen des Partikeldurchmessers des gesinterten Materials angenommen wird, die Defekte und Poren ebenfalls vorzugsweise ca. 3  $\mu\text{m}$  oder weniger betragen.

**[0055]** Bei den Proben, die innerhalb des Erfindungsrahmens liegen, können ausgezeichnete Impedanzverhältnisse erhalten und ein breiter Fächer von elektromechanischen Kopplungskoeffizienten  $k_{BGS}$  von ca. 30% bis ca. 50% erreicht werden.

**[0056]** Bei den vorstehenden Ausführungsbeispielen wurde der Fall erklärt, bei dem die Erfindung auf die SAW-Vorrichtung vom Endplattenreflexionstyp unter Verwendung einer Oberflächenwelle vom Typ

SH verwendet wurde, obwohl die piezoelektrische Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung nach der Erfindung auch für SAW-Vorrichtungen genutzt werden kann, welche Oberflächenwellen, wie z.B. eine Rayleigh-Welle und keine Welle vom Typ SH, verwenden.

### Patentansprüche

1. Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung, die durch die Formel  $A_aZr_xTi_y(Ni_mMn_nNb_{2/3})_zO_3$  dargestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß

$$x + y + z = 1$$

$$0,93 \leq a \leq 1,02,$$

$$0,32 \leq x \leq 0,50,$$

$$0,41 \leq y \leq 0,54,$$

$$0,03 \leq z \leq 0,21,$$

$$0,46 \leq m + n \leq 0,67,$$

$$0,01 \leq m \leq 0,66, \text{ und}$$

$$0,01 \leq n \leq 0,66,$$

daß A Pb oder eine Kombination von Pb und mindestens eines Elements der aus Ba, Ca und Sr bestehenden Gruppe ist.

2. Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Element der Gruppe Sr ist.

3. Piezoelektrische Keramik, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine gesinterte piezoelektrische Keramikzusammensetzung für eine SAW-Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 umfaßt.

4. Piezoelektrische Keramik nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Korngröße von 3 µm oder weniger aufweist.

5. Piezoelektrische Keramik nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Größen der Poren und Defekte in der piezoelektrischen Keramik 3 µm oder weniger betragen.

6. Piezoelektrische Keramik nach Anspruch 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der absolute Wert der Änderungsgeschwindigkeit der Resonanzfrequenz in bezug auf die Temperatur 100 ppm/°C oder weniger beträgt.

7. Verwendung einer piezoelektrischen Keramik nach einem der Ansprüche 3 bis 6 für eine SAW-Vor-

richtung, die ein die piezoelektrische Keramik nach einem der Ansprüche 3 bis 6 aufweisendes piezoelektrisches Substrat und einen interdigitalen Transducer auf dem piezoelektrischen Substrat umfaßt.

8. Verwendung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der interdigitale Transducer in der Weise konfiguriert ist, daß eine akustische Oberflächenwelle vom Typ SH auf dem piezoelektrischen Substrat erzeugt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

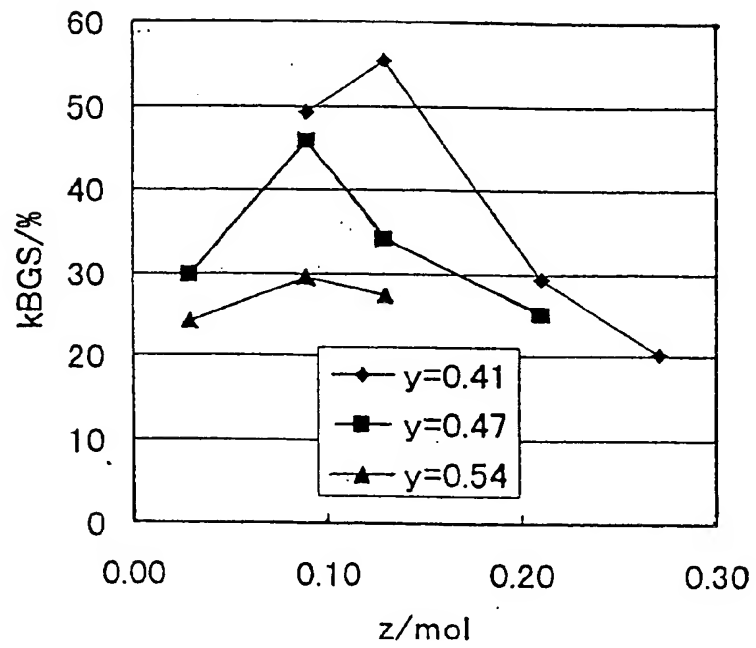


FIG. 1

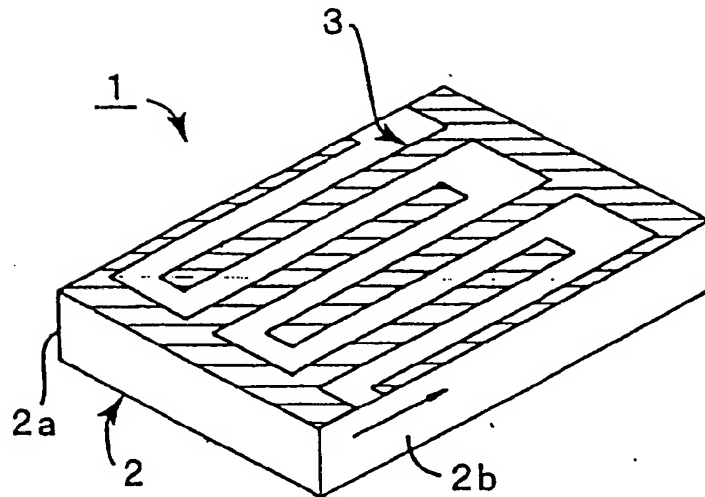


FIG. 2